

1. ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ

УДК 550.348. (-924/-925)

СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ в 2013 г.

**А.А. Маловичко, О.Е. Старовойт, Р.С. Михайлова, Е.А. Рогожин, Н.В. Петрова,
В.И. Левина, А.Н. Морозов, И.П. Габсатарова**

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия, raisa@gstras.ru, npetrova@gstras.ru

Аннотация. Приведен обзор сейсмичности Северной Евразии в 2013 г., включающей 15 регионов России и сопредельных стран. На указанной территории действовала 581 стационарная сейсмическая станция, из них 529 цифровых, 52 аналоговых и восемь сейсмических групп. Кроме того, в ряде регионов работали временные станции. Данными сетями зарегистрировано свыше 28 тыс. тектонических и около 6 тыс. вулканических землетрясений, для которых определены и опубликованы основные параметры. Для 595 землетрясений определены механизмы очагов. Согласно собранному в рамках ежегодника данным, в 2013 г. на территории Северной Евразии ощущались 506 землетрясений, о которых поступило более 1500 сообщений из более чем 934 населенных пунктов. Некоторые населенные пункты в течение года испытывали сотрясения несколько раз. 18 землетрясений были обследованы, результаты для большинства из них описаны в отдельных статьях данного выпуска Ежегодника вместе с данными о механизмах очагов, предшествующей сейсмичности, особенностях афтершокового процесса и с привлечением элементов сейсмотектоники очаговых зон. В обзоре дан сравнительный анализ характеристик сейсмичности по всем 15 регионам за последние годы. Сильнейшее в 2013 г. Охотоморское-III землетрясение 24 мая 2013 г. с $M_w=8.3$, произошедшее под акваторией Охотского моря на глубине $h=630$ км, явилось и крупнейшим за всю историю сейсмологического наблюдений среди мантийных землетрясений. Оно имело огромную площадь макросейсмического воздействия, но при этом из-за большой глубины нигде не вызвало разрушений.

Ключевые слова: Северная Евразия, тектонические, вулканические землетрясения, взрывы, напряженное состояние, механизм очага, сейсмическая энергия.

DOI: 10.35540/1818-6254.2019.22.01

Для цитирования: Маловичко А.А., Старовойт О.Е., Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Петрова Н.В., Левина В.И., Морозов А.Н., Габсатарова И.П. Сейсмичность Северной Евразии в 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 11–31. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.01

Введение. Сейсмичность Северной Евразии обусловлена геодинамическим взаимодействием нескольких крупных литосферных плит – Евразийской, Аравийской, Индостанской, Китайской, Тихоокеанской, Северо-Американской и Охотоморской. Наиболее активны границы плит, где формируются крупные сейсмогенерирующие орогенические пояса: Альпийско-Гималайский – на юго-западе, Трансзиатский – на юге, Тихоокеанский пояс – на востоке, Арктико-Азиатский – на северо-востоке Северной Евразии. В частности, напряженное состояние земной коры в Арктико-Азиатском сейсмическом поясе, обусловленное коллизией Евразийской и Североамериканской литосферных плит [1], явилось источником возникновения в Якутии 9-балльного Илин-Тасского (Абыйского) землетрясения 2013 г. [2] с $MS_{MOS}=6.9$ [3, 4].

Наиболее высокий уровень сейсмичности имеет место в Тихоокеанском поясе. Так, в Курило-Камчатской зоне субдукции, наиболее сейсмически активной во всей Северной Евразии, возникают самые сильные и глубокие, порядка 600 км, очаги землетрясений, включая сильнейшее землетрясение 24 мая 2013 г. в Охотском море [5] с $M_w=8.3$ [4].

Альпийско-Гималайский и Трансзиатский коллизионные пояса характеризуются менее высокой сейсмической активностью и наличием среди подавляющего числа очагов с глубинами в земной коре отдельных зон с промежуточными глубинами. Это – Восточные Карпаты с $h=81-150$ км [6], слабо выраженная Терско-Сунженская зона Терско-Каспийского прогиба с $h=70-157$ км [7] и Памиро-Гиндукуш с $h=70-270$ км [8].

На территории Северной Евразии находятся крупные платформы разного возраста – Восточно-Европейская, Скифская, Туранская, Западно-Сибирская и Сибирская. Для них характерны сравнительно слабая и рассеянная сейсмичность и сосредоточенность очагов землетрясений в пределах земной коры. В 2013 г. зафиксирован сейсмический эффект от уникального природного явления – взрыва метеорита на высоте 20 км 15 февраля в 03^h20^m32^s, вызвавшего VI-балльные сотрясения [9] земной поверхности в Челябинской области, определены координаты эпицентра 54.77°N, 61.30°E, оценена магнитуда $M_L=3.2$.

Сейсмическая обстановка во всех областях Северной Евразии проанализирована на базе материалов стационарного сейсмического мониторинга, проводимого сетью станций Единой геофизической службы РАН, всеми ее региональными подразделениями, а также национальными сетями десяти соседних государств: Беларуси, Украины, Молдовы, Азербайджана, Армении, Туркменистана, Узбекистана, Таджикистана, Кыргызстана и Казахстана. Кроме того, использованы ежедекадный Сейсмологический бюллетень ГС РАН [3] и бюллетень Международного сейсмологического центра [4] за 2013 год.

Сеть сейсмических станций в 2013 г. во всех сейсмоактивных регионах Северной Евразии включала 581 постоянную станцию, из которых 529 цифровых и 52 аналоговых, а также восемь сейсмических групп [10] (рис. 1).

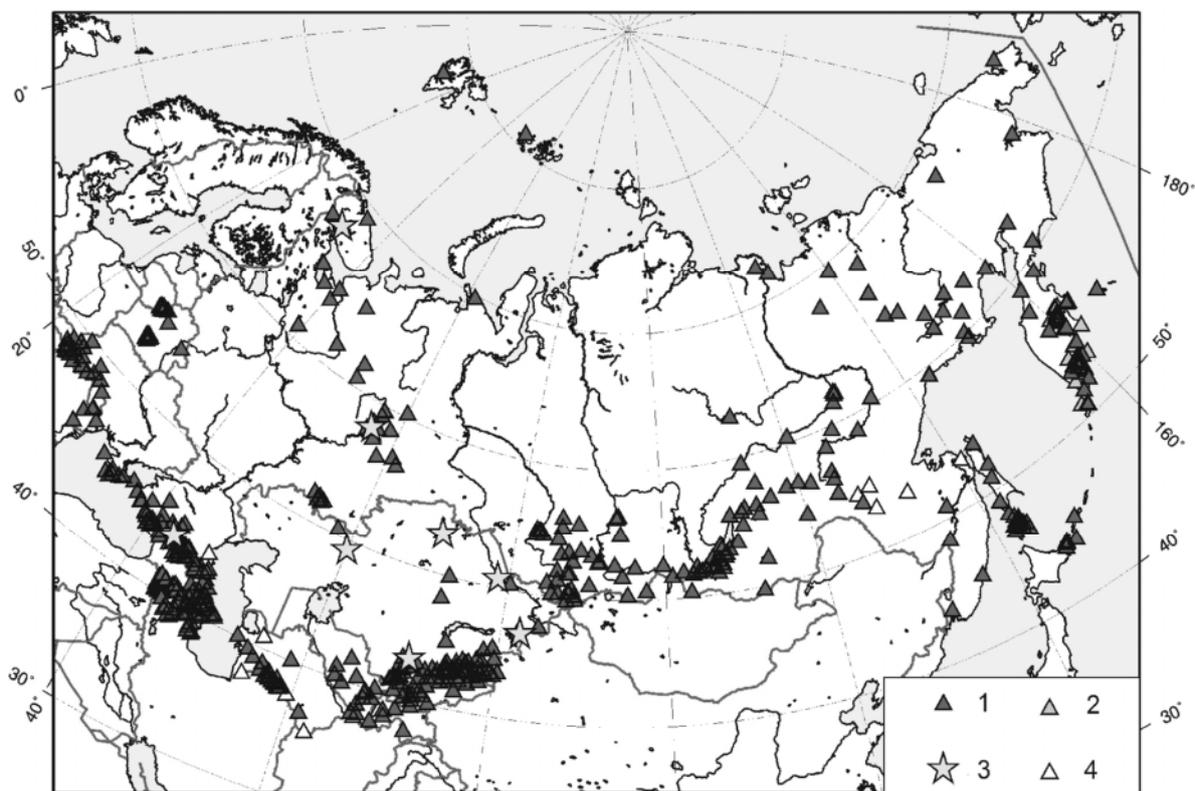


Рис. 1. Сейсмические станции Северной Евразии в 2013 г.

1 – цифровая станция; 2 – телеметрическая станция; 3 – группа; 4 – аналоговая станция

Исключительно цифровыми станциями мониторинг реализуется в Баренц-Евро/Арктике, на Карпатах, в Крыму, Северном Кавказе (исключая Дагестан), Казахстане, Алтае, Прибайкалье-Забайкалье, Курилах, Камчатке, Северо-Востоке России, Якутии, на Урале, в Архангельской области и в Арктике. В Туркменистане и Приамурье-Приморье осталось более 60 % аналоговых станций. По одной аналоговой станции действует в столицах Молдовы – «Кишинёв», Таджикистана – «Душанбе» и Кыргызстана – «Бишкек» (закрота 24 февраля [10, 11]).

В двух регионах (Якутия и Алтай) работали временные станции [2, 12].

Новые станции открыты: в Азербайджане – «Агдам», «Бейлаган», «Горадиз», «Ярдимлы»; в Дагестане – «Караман»; на Северном Кавказе – «Аибга», «Фишт», «Караман», «Геленджик»; на Алтае – «Новосибирск-2»; на юге острова Сахалин – «Ильинское», «Новиково», «Огоньки»; на Камчатке – «Начики»; в Башкортостане – «Уфа»; в Свердловской области – «Сараны»;

в Оренбургской области – «Лебяжка», «Троицкий»; в Беларуси – «Чижевка», «Копачевичи», «Новый луг», «Махновичи», «Листопадовичи» [10].

Общая характеристика сейсмичности. В сводной табл. 1 приведена информация по регионам и территориям Северной Евразии обо всех зарегистрированных в 2013 г. сейсмических событиях и станциях, участвующих в мониторинге. Буквами А, Ц, Г (столбцы 3, 4, 5) обозначены типы станций: аналоговые, цифровые и сейсмические группы (агау). При этом к аналоговым отнесены также станции типа (А+Т) и (А+Ц), а к цифровым – типа (Ц+Т) и телеметрические (Т). В столбце 6 приведен диапазон классов/магнитуд зарегистрированных в регионе землетрясений (тип класса/магнитуд указан в нижнем индексе); в столбцах 7–9 – число всех землетрясений, в том числе на глубинах $h=70-300$ и >300 км; в столбцах 10 и 11 – число ощутимых и число землетрясений, для которых определены механизмы очагов. В столбцах 7 и 11 знаком (+) отмечены числа землетрясений и механизмов очагов, добавленных редколлегией из бюллетеня Международного сейсмологического центра (ISC) [4].

Таблица 1. Станции и землетрясения в Северной Евразии в 2013 г. по регионам I–XV и территориям

№	Регион, территория	Число станций			Диапазон классов/магнитуд	Число землетрясений					ΣE , Дж
		А	Ц	Г		N_{Σ}	70–300	>300	$N_{\text{ощ}}$	$N_{\text{мех}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Карпаты		19		5.7–14.1 _{Kd}	93 3 _{в.взр} 2 _{взр} +50 _{isc}	19		15	6 +3 _{isc}	1.34·10 ¹⁴
	Молдова	1	5		2.5–5.2 _{Md}	82	53				
II	Крымско-Черноморский регион		8		4.7–10.1 _{Kr}	64			2	3	5.29·10 ¹⁰
III	Кавказ:										
	Азербайджан	7	35		3.0–5.3 _{ML}	165			25	7 +2 _{isc}	3.45·10 ¹²
	Армения	5	30		0.1–5.2 _{MSH}	1262			5	59	4.15·10 ¹³
	Северный Кавказ, включая Дагестан	10	49	1	2.5–12.9 _{Kp}	2074 5 _{в.взр} 29 _{взр}	19		37	5	1.12·10 ¹³
IV	Копетдаг	18	10		8.6–12.1 _{Kp}	158 +21 _{isc}			8	41	7.05·10 ¹²
V	Средняя Азия и Казахстан:										
	Центральная Азия				8.6–15.0 _{Kp}	341			26	81	1.25·10 ¹⁵
	Кыргызстан	1	25								
	Узбекистан		26								
	Таджикистан	1	7		8.6–15.0 _{Kp}	4997	3845		37	45	1.46·10 ¹⁵
	Казахстан		45	5	6.6–14.7 _{Kp}	1036			17	55	5.14·10 ¹⁴
VI	Алтай и Саяны		41 55 _{вр}		1.2–6.1 _{ML}	11548			7	43	1.81·10 ¹⁵
VII	Прибайкалье и Забайкалье		35		7.6–12.7 _{Kp}	763 3 _{в.взр}			24	47	1.89·10 ¹³
VIII	Приамурье и Приморье	7	4		5.3–13.6 _{Kp} 2.2–6.7 _{MPVA}	337 306 _{взр}		8	1	7	1.48·10 ¹⁶
IX	Сахалин		13 10 _{лок}		5.8–11.6 _{Kc} 2.8–5.9 _(MPVA)	663 25 _{в.взр} +6 _{isc}	2 +2	5 +1	44	18 +11 _{isc}	3.81·10 ¹³
X	Курило-Охотский регион		10		6.3–15.3 _{Kc} 3.9–6.8 _{MS}	863 +167 _{isc}	221 +28	26 +28	86	154 +54 _{isc}	7.78·10 ¹⁵
XI	Камчатка и Командорские о-ва		68		8.6–14.8 _{Ks}	1750	192	110	147	132 +67 _{isc}	1.09·10 ¹⁷
	Вулканы:										
	Северная группа				3.0–8.5 _{Ks}	4390 _{влк}					1.65·10 ⁹

№	Регион, территория	Число станций			Диапазон классов/магнитуд	Число землетрясений					ΣE, Дж
		A	Ц	Г		N _Σ	70–300	>300	N _{оцт}	N _{мех}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<i>Авачинская группа</i>				1.8–5.7 _{Ks}	213 _{влк}					3.06·10 ⁶
	<i>Мутновско-Гореловская</i>				2.7–7.2 _{Ks}	110 _{влк}					2.98·10 ⁷
	<i>Кизимен</i>				3.0–8.5 _{Ks}	199 _{влк}					6.91·10 ⁸
	<i>Жупановский</i>				3.7–6.7 _{Ks}	22 _{влк}					1.39·10 ⁷
	<i>Толбачик</i>				1.0–8.5 _{Ks}	731 _{влк}					2.85·10 ⁸
XII	Северо-Восток России		14		5.4–13.8 _{Kp}	248 +4 _{isc}			5	1	6.42·10 ¹³
XIII	Якутия		28		7.6–15.2 _{Kp}	1100 15 _{взр}			17	10 _{isc}	2.00·10 ¹⁵
XIV	Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь:										
	Баренц-Евро/Арктика:										
	<i>на материке</i>		3	1	0.8–2.8 _{ML}	12 6 _{в.взр}					3.67·10 ⁹
	<i>архипелаг Шпицберген</i>		2		2.0–4.8 _{ML}	218				5	1.81·10 ¹³
	Архангельская область вне (Арктика)		9		1.4–4.7 _{ML}	1 289			1	9	7.58·10 ¹¹
	Беларусь	2	18		4.6–8.2 _{Kd}	43					4.70·10 ⁸
	Урал		17	1	1.7–3.6 _{ML}	3 1 _{в.зем} 1 _{МГТ} 31 _{ГТУ} 137 _{взр}			2		6.70·10 ⁷ _{зем} 2.00·10 ⁸ _{МГТ} 2.82·10 ⁹ 3.99·10 ⁹ _{взр}
XV	Арктический бассейн				3.0–4.6 _{mb}	30 +21 _{isc}				2	2.46·10 ¹²
	Северная Евразия в целом	52	529	8		34580 28352					1.39·10 ¹⁷

Примечание. А – аналоговая станция, Ц – цифровая станция, Г – сейсмическая группа (array). Значения нижних индексов: _{в.зем} – возможно, землетрясение; _{в.взр} – возможно, взрыв; _{взр} – взрыв; _{влк} – вулканические землетрясения; _{ГТУ} – горно-тектонический удар; _{МГТ} – метеорит; _{isc} – дополнительные землетрясения из бюллетеня ISC [4].

Всего в 2013 г. в региональных центрах получены параметры свыше 34 тыс. событий, в том числе более 28 тыс. тектонических землетрясений, а также около 12 тыс. не идентифицированных событий, взрывов, землетрясений, связанных с вулканической активностью, дублирующих событий, которые попадают в зоны перекрытия обработки соседними региональными центрами и публикуются этими центрами самостоятельно.

Для построения карты эпицентров в 2013 г. проведен пересчет, при отсутствии инструментально определенных магнитуд MLH , M_s , M_S , M_{wGCMT} , $M_{wрег}$, из энергетических классов или магнитуд ML в единую магнитуду M с привязкой к магнитуде по поверхностным волнам по формулам, приведенным в работах: [13–25]. Суммарное поле эпицентров землетрясений Северной Евразии в 2013 г. показано на рис. 2 в единых магнитудах M .

Геометрия изображенного на рис. 2 поля эпицентров землетрясений Северной Евразии за 2013 г. сходна с аналогичным изображением за предыдущие годы и описана в обзорах сейсмичности в ежегодниках Землетрясения Северной Евразии за предыдущие годы. Восточный фрагмент карты эпицентров землетрясений 2013 г. в районе Камчатки и Курильских островов по их плотности и магнитудам является самым значительным из-за реализации нескольких мощных групп событий, подробно описанных в специальных статьях настоящего ежегодника.

В табл. 2 приведены сильные ($M_w \geq 6.0$) и обследованные землетрясения с ($I_0 = 6–9$) Северной Евразии в 2013 году. Подробное описание их параметров и сеймотектонической обстановки в очаговых зонах приведено в работах, публикуемых в настоящем ежегоднике, ссылки на которые помещены в 11-ом столбце табл. 2.

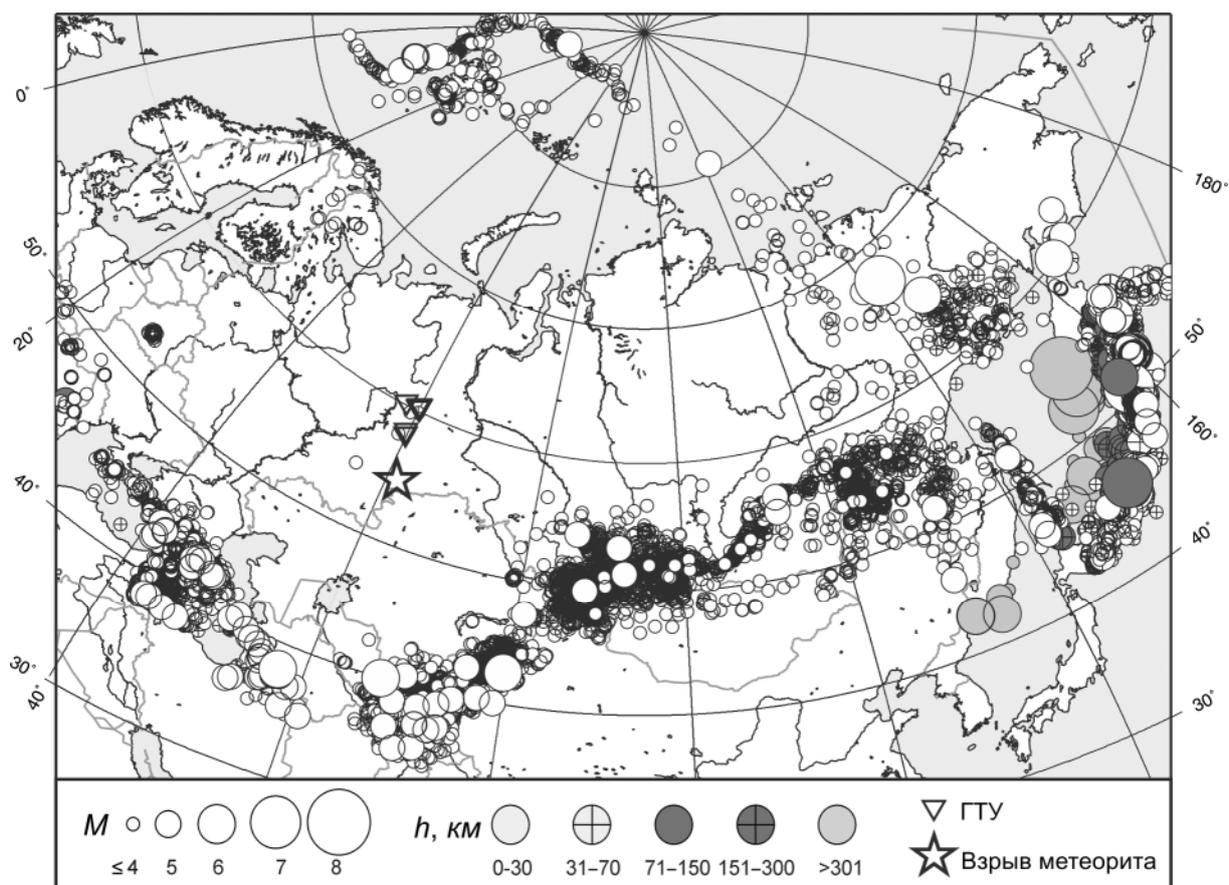


Рис. 2. Карта эпицентров всех землетрясений Северной Евразии за 2013 г.
(ГТУ – горнотектонические удары в шахтах)

Таблица 2. Сильные ($M_w \geq 6.0$) и обследованные землетрясения с $I_0=6-9$ Северной Евразии в 2013 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h, км	K	Магнитуды			Регион, территория, название землетрясения
			φ°, N	λ°, E			MS MOS	M_w per	M_w GCMT	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	20.01	10 48 47.3	64.89	146.56	11 _{pp}	14.4 _{kp}	5.5	–	5.6	Якутия, Улахан-Чистайское с $I_0^p=8$ [26]
2	28.01	16 38 52.4	42.52	79.67	10	14.7 _{kp}	6.1	–	6.2	Китай-Казахстан, Сарьжаское с $I_0=6-8$ [27]
3	14.02	13 13 52.3	67.58	142.67	14	15.2 _{kp}	6.9	–	6.7	Якутия, Иллин-Тасское с $I_0=9$ [2]
	15.02	03 20 32	54.77	61.30	–20	10.5 _p	3.6	–	–	Челябинская область, метеорит, $I_0=VI$ [9]
4	28.02	14 05 48.3	50.67	157.77	61	15.2 _{ks}	6.8	6.7	6.8	Камчатка, Землетрясение 28 фев- раля 2013 г $I_0=5-6$ [28]
5	01.03	12 53 49.0	50.63	157.94	52	14.2 _{ks}	6.4	6.3	6.4	Камчатка [29]
6	01.03	13 20 48.8	50.64	157.90	62	15.1 _{ks}	6.6	6.5	6.5	Камчатка [29]
7	13.03	03 12 52.9	60.08	163.47	24	13.9 _{ks}	5.7	5.8	5.8	Камчатка, Ильпырское с $I_0^p=8$ [30]
8	24.03	04 18 33.4	50.68	160.33	58	13.8 _{ks}	5.7	5.8	6.0	Камчатка [29]
9	16.04	12 26 57.9	42.35	47.70	11	12.7 _{kp}	4.5	–	–	Дагестан, Кичи-Гамринское с $I_0=6$ [31]
10	19.04	03 05 50.2	45.82	151.28	118	15.3 _{kc}	6.8	7.1	7.2	Курилы, Урупская серия земле- трясений 2012–2013 гг. [32]
11	19.04	19 58 37.6	49.76	158.04	45	13.8 _{ks}	6.2	–	6.1	Камчатка [29]
12	20.04	13 12 46.7	49.74	157.88	39	14.8 _{ks}	6.1	–	6.1	Камчатка [29]
13	21.05	01 55 03.4	52.22	160.89	59	13.6 _{ks}	5.7	–	6.0	Камчатка [29]
14	21.05	05 43 16.6	52.05	160.49	48	14.4 _{ks}	6.1	6.1	6.2	Камчатка [29]

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K	Магнитуды			Регион, территория, название землетрясения
			φ° , N	λ° , E			M_S MOS	M_w per	M_w GCMT	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	24.05	05 44 47.0	54.75	153.78	641 _{pp}	17 _{Кс}	–	8.3	8.3	Камчатка, Охотоморское-III с $I_0=6$ [5]
16	24.05	14 56 29.8	52.11	151.80	642	15.0 _{Кс}	–	–	6.7	Камчатка [29]
17	25.05	22 18 33.0	40.63	69.67	15	14.1 _{Кр}	5.2	–	–	Узбекистан, Туябугузское с $I_0=7$ [33]
18	26.05	06 08 16.1	39.96	67.34	16	15.0 _{Кр}	5.9	–	5.8	Узбекистан, Маржанбулакское с $I_0=8$ [34]
19	18.06	23 02 07.8	54.26	86.16	4	13.9 ^p	5.0	–	5.2	Алтай, Бачатское (техногенное) с $I_0=7$ [12]
20	17.09	14 09 15.5	42.14	45.75	14	12.9 _{Кр}	5.0	–	5.3	Дагестан, Грузино-Дагестанское с $I_0=6$ [35]
21	01.10	03 38 19.4	52.88	153.34	608	15.2 _{Кс}	–	–	6.7	Камчатка [29]
22	10.11	05 15 07	38.47	69.03	10	12.1 _{Кр}	4.7	–	4.9	Таджикистан, Вахдатское с $I_0=6$ [36]
23	12.11	07 03 48.9	54.63	152.44	67	15.3 _{Кс}	6.2	6.2	6.5	Камчатка [29]
24	25.11	05 56 48.4	45.27	151.35	53	13.3 _{Кр}	5.7	5.9	6.0	Сахалин, Крильонское [37]
25	08.12	17 24 52.8	44.30	149.38	40	13.4 _{Кс}	5.9	6.0	6.1	Курилы [38]

Примечание. В столбце 7 в нижнем индексе указан тип энергетического класса: K_p – по шкале Раутиан [13], K_c – Соловьева [17], K_s – Федотова [39].

Прежде всего – это сильнейшее за всю историю сейсмологических наблюдений мантийное Охотоморское-III землетрясение 24 мая 2013 г. с $M_w=8.3$, произошедшее под акваторией Охотского моря на глубине около 630 км [5]. Оно имело огромную площадь макросейсмического воздействия, но при этом из-за большой глубины нигде не вызвало разрушений.

Для сейсмического события 24 мая 2013 г. зафиксирована серия афтертершоков, глубина которых достигает максимально возможной для известных на Земле землетрясений. Облако глубокофокусных гипоцентров афтершоков имеет размеры 400×200 км с диапазоном глубин 450–700 км и вытянуто в южном направлении от гипоцентра главного толчка [5].

На Камчатке 13 марта 2013 г. в районе перешейка, соединяющего п-ов Камчатка с материковой частью Северной Евразии, произошло землетрясение с $M_{w_{per}}=5.8$, $h=24$ км (Ильпирское). Очаг приурочен к границе Охотской и Северо-Американской плит, проходящей, по мнению ряда исследователей, через Камчатский перешеек. Ильпирское землетрясение является сильнейшим для этого района Камчатского края за годы детальных сейсмологических наблюдений (1961–2013 гг.). Макросейсмическая интенсивность сотрясений при Ильпирском землетрясении достигала 6–7 баллов по шкале MSK-64 [40] на эпицентральной расстоянии ~30 км, а расчетная интенсивность колебаний в эпицентральной зоне оценена равной $I_0^p=7.5$ –8 баллов при $h=24$ км и $I_0^p=9$ баллов при $h=10$ км. Эти значения близки к максимально возможным по карте ОСР–2016 [41] для Камчатского перешейка.

Самым сильным землетрясением на северо-востоке Якутии за последние 42 года после 9-балльного Артыкского толчка 1971 г. с $M_S=6.6$ [42] было 9-балльное Илин-Тасское (Абыйское) землетрясение 2013 г. [2]. Оно возникло 14 февраля на юге Абыйского района Республики Саха (Якутия). После главного толчка зарегистрировано свыше 4 тыс. афтершоков. Эпицентральная область события тяготеет к зоне влияния крупного регионального Илин-Тасского разлома. Оно ощущалось на площади около 500 тыс. км² в 23 населенных пунктах, расположенных в восьми арктических районах республики в междуречье Яны–Индикирки–Колымы. Особенности его проявления рассмотрены в статье [2] настоящего ежегодника.

Второе по интенсивности, 8-балльное Улахан-Чистайское землетрясение, произошло 20 января в безлюдном и гористом районе Якутии [26]. Его эпицентр приурочен к трассе межплитного разлома Улахан. Глубина очага составила $h=15$ км. Отличительной особенностью данного события является отсутствие после него афтершоковой деятельности.

Два восьмibalльных землетрясения (№ 2, № 18 в табл. 2) реализовались в 2013 г. в регионе V – Средняя Азия и Казахстан. Это – Сарыжазское землетрясение 28 января с $M_w=6.2$ [27] и Маржанбулакское землетрясение 26 мая с $M_w=5.8$ [34]. Сарыжазское землетрясение

произошло в 225 км на юго-востоке от города Алматы на территории Раимбекского района Алматинской области, на востоке высокогорных хребтов Терской-Алатау, и ощущалось жителями города интенсивностью 3–4 балла. В эпицентральной зоне, в населенных пунктах Ташас, Сарыжаз и Нарынкол, интенсивность достигала 6 баллов [27]. На основании данных о форме изосейст, фокальном механизме, сейсмотектонической позиции, распределении эпицентров афтершоков можно предположить, что в очаге произошел правосторонний сдвиг по крутой плоскости в зоне Боянкольского разлома запад–северо-западного простирания, активном в позднплейстоцен-голоценовое время [43].

Маржанбулакское землетрясение реализовалось в пределах Северо-Кульджуқтау-Туркестанской сейсмоактивной зоны на юго-западе Узбекистана, на границе с Таджикистаном, и ощущалось на обширной территории Самаркандской и Джизакской областей Узбекистана [34]. По результатам обследования 56 населенных пунктов на территории Узбекистана в [34] приводится карта, где длинная ось системы изосейст ориентирована на северо-запад и соответствует, по мнению авторов, направлению тектонических структур Северо-Кульджуқтау-Туркестанской сейсмогенной зоны, но не согласуется с простиранием обеих нодальных плоскостей в очаге этого землетрясения. В то же время, имеется альтернативная карта изосейст, представленная в Техническом отчете «O'ZGASHKLITI» DUK, 2019 [44], на которой длинные оси ориентированы в северо-восточном направлении, что хорошо согласуется с параметрами механизма очага. В соответствии с этими данными, очаг землетрясения мог быть связан с активной тектонической зоной транстаньшанского (северо-восточного) простирания. Такая система разломов выявлена В.Г. Трифоновым и др. [43] в качестве «скрытого» разлома, выраженного на поверхности косвенными признаками, в частности, резкими перепадами высоты рельефа. Разногласие в оценках макросейсмических проявлений землетрясения, сделанных в [34] и [44], связаны со сложными грунтовыми условиями региона с разной степенью обводненности.

Особо следует выделить Бачатское землетрясение (№ 19 в табл. 2) с $M_w=5.2$, произошедшее 18 июня 2013 г. в Кемеровской области [9]. Оно является крупнейшим из серии сейсмических событий в районе одноименного угледобывающего разреза, а также сильнейшим в мире техногенным (по мнению авторов статьи) землетрясением, связанным с подземными горными работами при разработке месторождения твердых полезных ископаемых. Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений составила $I=7$ баллов. Землетрясение сопровождалось мощным афтершоковым процессом, продолжающимся до 2019 года.

Изучение тектонических разломов Кузбасса показало, что Бачатский карьер расположен в зоне Тырганского (Кара-Чумышского) [43] разлома, активного на новейшем и современном этапах. По данным повторного нивелирования, в зоне этого разлома обнаружен резкий перепад в скорости современных вертикальных движений, примерно на 1 мм/год [45]. Сейсмический потенциал таких зон довольно высок и составляет $M_{\max}=6.0-6.5$ [46]. Согласно [47], «Бачатское землетрясение произошло на более сейсмически активной территории, чем другие сильнейшие сейсмические события на шахтах и рудниках России. Район Бачатского карьера на карте сейсмического районирования Кемеровской области отнесен к 8-балльной зоне, т.е. сейсмичность указанного района на порядок выше, чем сейсмичность других территорий, на которых произошли сильнейшие горно-тектонические удары и техногенные землетрясения в России». Все это свидетельствует о правомочности представления о том, что Бачатское событие можно считать природным явлением, спровоцированным техногенными процессами.

Информация по другим заметным, но более слабым землетрясениям, приводится по ходу описания сейсмичности соответствующих регионов.

Сейсмичность в регионах и территориях Северной Евразии. Ниже кратко описаны сейсмические процессы в 2013 г. в регионах и территориях, указанных в табл. 1.

В регионе **Карпаты (I)** в табл. 1) сейсмические наблюдения проводились в 2013 г. так же, как и в прошлые годы [6, 48], т.е. силами организаций из двух государств: отделом сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины и лабораторией сейсмологии Института геологии и сейсмологии АН Молдовы [6].

Общее число зарегистрированных в регионе землетрясений равно $N_{\Sigma}=98$. Их суммарная энергия составила $\Sigma E=1.34 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$, что на порядок превышает уровень энергии в 2012 г. [48]. Более заметное повышение уровня энергии в 2013 г. наблюдается в районе Вранча ($\Sigma E=1.33 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ вместо $\Sigma E=5.37 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$), небольшое увеличение – в Закарпатье ($1.33 \cdot 10^9 \text{ Дж}$ вместо $4.15 \cdot 10^8 \text{ Дж}$), небольшое снижение – в Северо-Западном районе ($1.38 \cdot 10^9 \text{ Дж}$ вместо

$2.65 \cdot 10^9$ Дж). Для Молдовы основную сейсмическую опасность представляют сильные землетрясения в изгибе Карпат из области Вранча с промежуточными глубинами очагов $h=81-150$ км [6]), ощутимые до 5 баллов [49].

В **Крымско-Черноморском регионе (II)** в 2013 г., в рамках границ территории, установленных в 1983 г. [50], мониторинг сейсмических процессов осуществлялся семью стационарными цифровыми сейсмическими станциями [51]. Всего зарегистрировано 64 местных землетрясения в диапазоне энергетических классов $K_{II}=4.7-10.1$. Общее количество выделенной сейсмической энергии, равное $5.29 \cdot 10^{10}$ Дж, уменьшилось на два порядка по сравнению с энергией ($1.29 \cdot 10^{12}$ Дж) в 2012 году. 15 октября произошло землетрясение, которое ощущалось на побережье Крыма с интенсивностью до 4 баллов.

В регион **Кавказ (III)** входят три территории: Азербайджан, Армения и Северный Кавказ, включающий Дагестан.

В классификации землетрясений *Азербайджана* с 2012 г. произошли существенные изменения. Основной стала локальная магнитуда $M_{L \text{ Азр}}$, тогда как энергетический класс K_p Т.Г. Раутиан [13] определяется лишь в единичных случаях. Методические изменения описаны в статьях [52, 53]. В пределах Азербайджана и сопредельных районов в 2013 г. определены параметры 5248 землетрясений с $M_{L \text{ Азр}}=0.1-5.3$ или $K=5.0-12.1$. В Приложении [54] публикуется усеченный по магнитудам/классам вариант каталога из 165 землетрясений (с $M_{L \text{ Азр}} \geq 3.0$ или $K \geq 9.0$). Мощная сейсмическая активизация, наблюдаемая в Азербайджане в 2012 г., сменилась в 2013 г. понижением суммарной энергии землетрясений на два порядка – с $\Sigma E=1.68 \cdot 10^{12}$ Дж до $\Sigma E=3.45 \cdot 10^{12}$ Дж [55]. Самым значительным сейсмическим событием на территории республики в 2013 г. было землетрясение 18 апреля с $M_{L \text{ Азр}}=5.3$ и макросейсмическим эффектом $I_0=4$ балла. В целом сейсмическую обстановку территории Азербайджана можно охарактеризовать, как спокойную.

В *Армении* перешли на классификацию землетрясений по магнитудам MSH [24]. Каталог [56] включает 1254 землетрясения с эпицентрами непосредственно на территории Армении и вблизи ($\Delta < 30$ км) ее границ с Азербайджаном и Грузией, а также более удаленные от границ ($\Delta < 100$ км) землетрясения в Турции и Иране. Из них непосредственно на территории Республики Армения локализовано лишь 93 землетрясения с $K_p=4.2-9.9$. Общее количество выделенной сейсмической энергии, равное $4.147 \cdot 10^{13}$ Дж, уменьшилось более чем на два порядка по сравнению с энергией ($50.501 \cdot 10^{13}$ Дж) в 2012 г. [48].

На *Северном Кавказе* (включая Дагестан) сейсмический мониторинг проводился в 2013 г., как и ранее [48], на значительной части территории Южного (Краснодарский край) и на полной территории Северо-Кавказского Федеральных округов Российской Федерации. Сейсмическая сеть зарегистрировала 1941 землетрясение и 34 взрыва в промышленных карьерах [7]. Область проявления землетрясений с промежуточными глубинами гипоцентров, ранее относящаяся только к Терско-Каспийскому прогибу (территория Чеченской Республики), в 2013 г. расширилась на юго-восток и продвинулась под структуры Дагестанского клина. Для 18 землетрясений в [57] получены спектральные и очаговые параметры, для пяти – найдены решения механизмов их очагов [7]. В населенных пунктах Северного Кавказа ощутимыми были 37 землетрясений, два из которых – Кичи-Гамринское [31] и Грузино-Дагестанское [35] – обследованы и описаны в отдельных статьях.

В пограничной области Северо-Западного и Центрального Кавказа произошли два относительно сильных землетрясения: 26 марта с $M_{WGCMT}=4.9$ и 28 мая с $M_{WGCMT}=5.2$. (Домбайское-I и Домбайское-II) [58]. Очаги обоих землетрясений связаны с крупнейшим тектоническим нарушением – восточным отрезком Краснополянского разлома (Аибгинским разломом) [59].

Рои слабых землетрясений с $K_p=4-8$ регистрировались в районах Большого Сочи, Красной Поляны, в Кабардино-Балкарии и на прилегающей территории Грузии, в районе вулкана Казбек.

В регионе **Копетдаг (IV)** в 2013 г. сетью сейсмических станций Туркменистана зарегистрировано 158 землетрясений с $K_p \geq 8.6$ [60], для 41 события определены механизмы очагов. В 2013 г. на территории региона снизилась как выделенная сейсмическая энергия с $\Sigma E=17.62 \cdot 10^{12}$ Дж в 2012 г. до $\Sigma E=7.05 \cdot 10^{12}$ Дж – в 2013 г., так и сейсмическая активность с $A_{10}=0.038$ до $A_{10}=0.032$ [61]. Но в отдельных районах сейсмическая активность, наоборот, повысилась. Так, активизация заметна в районе г. Магтымгулы. Она началась в 2012 г. в виде роев землетрясений с нарастающей суммарной энергией [61], а 9 декабря 2013 г. проявилась землетрясением с $K_p=12.4$ с большим количеством афтершоков [60].

В регионе **Средняя Азия и Казахстан (V)** традиционно рассматриваются три территории – Центральная Азия, Таджикистан и Казахстан, которые значительно перекрываются.

В **Центральной Азии** сейсмические наблюдения проводились сетями трех государств: Кыргызстана, Казахстана и Узбекистана, состоящих из 26, 36 и 20 станций соответственно [10]. Для локации очагов землетрясений использовались скоростные модели земной коры, полученные для этих территорий. В качестве характеристики величины землетрясения использовались энергетический класс K_p и магнитуа $MPVA$ по объемным волнам [11]. Каталог землетрясений 2013 г. включил 341 событие с $K_p=8.6-14.7$. Это в 1.3 раза больше, чем в 2012 г., когда их было $N_{\Sigma}=257$ [49]. Очаги исследованных землетрясений размещены, в основном, в верхней части земной коры на глубинах от 0 до 20 км. Для 82 землетрясений с $K_p \geq 9.6$ найдены механизмы очагов. В целом сейсмический процесс в регионе происходил в фоновом режиме. Основные сейсмоактивные зоны и их конфигурация остались без изменений.

Сильных землетрясений в Азии в 2013 г. было два: упомянутое выше Маржанбулакское 26 мая с $M_w=5.8$ [34] и Туябугузское с магнитудой $MS=5.2$ [33], произошедшее ночью 24 мая 2013 г. и сопровождавшееся необычным атмосферным явлением – свечением неба. В эпицентральной зоне Туябугузского землетрясения отмечены повреждения зданий на уровне семибалльных воздействий [33]. По результатам оперативного обследования построена карта макросейсмического поля. В сеймотектоническом отношении очаговая область относится к двум крупным сейсмоактивным зонам – Ангреной и Нурекатинской, связанным с системой одноименных активизированных разломов северо-восточного простирания. Оба разлома представляют собой активные в позднем плейстоцене и голоцене взбросы с приподнятыми северо-западными крыльями [43].

Каталог землетрясений **Таджикистана** содержит 4997 землетрясений с $K_p=8.6-15.0$, из них 3865 – глубокофокусные Памиро-Гиндукушские землетрясения с $h=70-250$ км и 1132 – мелкофокусные, разбросанные на всей территории [8]. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в очагах всех землетрясений, составила $\Sigma E=1.46 \cdot 10^{15}$ Дж, что почти в два раза меньше ее уровня в 2012 г. ($\Sigma E=2.51 \cdot 10^{15}$ Дж [48]).

Непосредственно в границах Республики с наибольшей интенсивностью $I_0=6$ баллов ($K_p=12.4$, $M_w=4.7$) проявилось Вахдатское землетрясение 10 ноября (№ 22 из табл. 2), в 24 км юго-восточнее столицы Душанбе [36]. Сведения о последствиях землетрясения были собраны в 76 населенных пунктах Таджикистана, в том числе в г. Душанбе ($I_i=4$ балла). Наиболее сильно пострадали три населенных пункта, расположенные на склоне и у подножия горы Сангпар, где почти 70 % жилых домов пришли в негодность. По результатам макросейсмического обследования построена карта изосейст с изолиниями $I=6, 5$ и 4 балла [36]. Землетрясение реализовалось в условиях близгоризонтального сжатия запад–северо–западного направления.

В **Казахстане** каталог землетрясений является совместным трудом двух организаций – Сейсмологической экспедиции (СОМЭ) и Института геофизики (ИГИ НЯЦ), с разноуровневыми энергетическими срезами $K_p \geq 6.6$ и ≥ 8.6 соответственно. В него включено 1036 землетрясений с энергетическими классами от 6.6 до 14.7 [27]. Каталог содержит несколько дополнительных Приложений с параметрами механизмов очагов 55 землетрясений, параметрами 1122 афтершоков и двух форшоков главного события года – Сарыжазского землетрясения. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в очагах всех землетрясений, составила $\Sigma E=5.14 \cdot 10^{14}$ Дж, что в три раза больше, нежели в 2012 г. ($\Sigma E=1.63 \cdot 10^{14}$ Дж [48]).

При повышении сейсмической активности Северного Тянь-Шаня, на западе, севере и в центральной части Казахстана не было зарегистрировано ни одного землетрясения с $K_p \geq 8.6$. На территории северо-восточного Казахстана, которая традиционно считается слабосейсмичной, 31 января и 12 ноября произошли два слабых землетрясения. В слабосейсмичном районе южного побережья оз. Балхаш были зарегистрированы пять событий с энергетическим классом $K_p=6-9$.

В регионе **Алтай и Саяны (VI)** в 2013 г. сейсмическую сеть составили 41 стационарная станция и четыре локальные сети временно функционирующих станций [12]. Положение эпицентров рассчитывалось по программе LocSat в рамках глобальной скоростной модели IASPEI-91, величина событий оценивалась локальными магнитудами ML .

Максимальным событием с $ML=6.1$ в Алтае-Саянском регионе в 2013 г. явилось Бачатское землетрясение 18 июня в Кемеровской области, упомянутое выше. Землетрясение такого же масштаба, с $ML=6.1$, произошло 24 января в районе Южно-Чуйского хребта в республике Алтай и сопровождалось афтершоковым процессом с событиями до $ML=4$.

Необычное для региона сейсмическое событие с $M_L=5.9$, $M_s=4.2$ произошло 21 декабря в 35 км южнее г. Абакана (Республика Хакасия). За всю предыдущую историю инструментальных сейсмологических наблюдений в регионе (с 1963 г.) землетрясений такой величины в Хакасии зарегистрировано не было. В 2013 г. зарегистрировано шесть афтершоков данного события [12].

В регионе **Прибайкалье и Забайкалье (VII)** условия регистрации землетрясений в 2013 г., по сравнению с таковыми в 2012 г. [48], не изменились. Наблюдения осуществлялись 25 цифровыми сейсмическими станциями (ЦСС) Байкальского и десятью станциями Бурятского филиалов ГС СО РАН [62]. В течение года здесь зарегистрировано 6706 землетрясений с $K_p \geq 5.6$, при этом, как обычно, большая их часть (92 %) локализована в Байкальской рифтовой зоне. В Южно-Байкальском и Байкало-Муйском районах наблюдается высокая степень кластеризации сейсмических событий. Самое сильное ($M_w=4.7$) землетрясение региона произошло в Байкало-Муйском районе [62]. Механизмы очагов были определены для 47 землетрясений с $K_p \geq 9.6$ [62]. В целом в 2013 г. регион в сейсмическом отношении был слабоактивен.

В **Приамурье и Приморье (VIII)** условия регистрации землетрясений в 2013 г., по сравнению с таковыми в 2012 г. [48], не изменились. Из общего числа зарегистрированных событий ($N=578$) 323 – коровые ($h=4-27$ км), восемь – глубокофокусные с $h=337-570$ км, а 247 событий отнесены к категории «возможно взрыв». Суммарная сейсмическая энергия за 2013 г., равная $\Sigma E=43.5 \cdot 10^{12}$ Дж, является достаточно высокой относительно периода 2000–2010 гг., но в 4.8 раза ниже среднегодового значения $\Sigma E=210.1 \cdot 10^{12}$ Дж [63].

Турано-Буреинский район продолжает быть доминирующим районом по уровню высвобожденной сейсмической энергии коровых землетрясений. Продолжаются афтершоки Скородинского землетрясения 14.10.2011 г. с $M=6.2$ [64]. В 2013 г. наблюдалось увеличение высвобожденной суммарной сейсмической энергии глубокофокусных землетрясений в Сихотэ-Алиньском районе. В целом на большей части территории региона Приамурье и Приморье в 2013 г. сохранился умеренный уровень сейсмической активности.

В регионе **Сахалин (IX)** мониторинг сейсмичности в 2013 г. осуществлялся четырьмя стационарными сейсмическими станциями и десятью временными цифровыми сейсмическими станциями «DAT», работавшими на юге Сахалина. Определены параметры 688 событий [65]. Из них 25 идентифицированы как «возможно взрыв», для пяти рассчитаны механизмы очагов методом полярности первых вступлений, для восьми событий имеются определения тензора сейсмического момента. 42 землетрясения имели макросейсмический эффект [65].

Самое сильное ($M_LH=5.1$, $M_w=5.1$) землетрясение, названное Крильонским (№ 24 в табл. 2), зафиксировано 25 ноября 2013 г. на юге острова Сахалин, в проливе Лаперуза, между островами Сахалин и Хоккайдо [37]. Интенсивность сотрясений составила 4–5 баллов по шкале MSK-64 [40] в отдельных населенных пунктах юго-западного побережья Сахалина и III балла по шкале JMA на территории Хоккайдо [66]. Очаг основного толчка приурочен к Юго-Западной Сахалинской шельфовой сейсмогенной зоне. Главный толчок реализовался в условиях близгоризонтального сжатия в восток–северо-восточном направлении. Эпицентры афтершоков, полученные по данным каталога полевых станций, образовали овальную в плане область длиной около 20 км север–северо-восточного направления [37].

В **Курило-Охотском регионе (X)** в 2013 г. сеть сейсмических станций не изменилась. Основные параметры землетрясений рассчитывались в программе MGPW. Механизмы очагов рассчитывались методом полярности первых вступлений с использованием программы по программе FOCMEC [67], а также через тензор сейсмического момента с использованием программы ISOLA [68]. Для оценки сейсмической энергии землетрясений используются стандартные магнитуды из [69] и расчетные магнитуды M^P . Методика расчета магнитуд описана в [38].

В региональный каталог землетрясений включены параметры 863 землетрясений с $M^P=2.9-6.0$ [38]. В каталогах Курило-Охотского региона имеется 23 определения механизмов очагов по методу полярности первых вступлений, а также 93 определения тензора сейсмического момента для землетрясений 2013 года. Гипоцентры 691 землетрясения локализованы в верхнем глубинном интервале с $h \leq 80$ км, 139 – в промежуточном слое с $h=81-300$ км, а в нижнем интервале глубин $h > 300$ км зарегистрировано 26 землетрясений. Для 27 землетрясений получены сведения о макросейсмических проявлениях в населенных пунктах Курильских островов. Максимальная интенсивность сотрясений на территории региона не превышала $I=7$ баллов по шкале MSK-64 [40].

В регионе **Камчатка и Командорские острова (XI)** общее число станций равно 70 [29]. Расчет параметров гипоцентров и энергетических характеристик землетрясений производился при помощи программы DIMAS [70] в режиме, близком к реальному времени. Классификация всех землетрясений выполнена традиционно по классам K_S С.А. Федотова [39], а для сильных землетрясений определялась дополнительная магнитуда по коде M_c [71].

Всего в 2013 г. определены параметры 6672 землетрясений в энергетическом диапазоне $K_S=3.2-17.0$, но публикуются в настоящем ежегоднике данные о 1750 землетрясениях 2013 г. с $K_S \geq 8.6$ [29]. Количество зафиксированных событий с $K_S \geq 8.6$ превысило среднегодовое значение почти в два раза, а сильных с $K_S \geq 11.6$ – более чем в три раза. 146 событий из публикуемого каталога ощущались на Камчатке и прилегающих территориях с интенсивностью 2–7 баллов по шкале MSK-64 [40]. В г. Петропавловске-Камчатском сотрясения с интенсивностью $I=2-5$ баллов ощущались в совокупности 65 раз от землетрясений разных классов в диапазоне $K_S=10.4-17.0$ [29]. Механизмы очагов были определены двумя способами: по знакам первых вступлений объемных волн или по волновым формам [29].

В 2013 г. наблюдалась значительная сейсмическая активизация в Тихоокеанской зоне субдукции. Зафиксировано сразу несколько уникальных событий, описанных выше: Ильпёрское землетрясение 13 марта, Охотоморское землетрясение 24 мая и рой землетрясений в Авачинском заливе в мае 2013 г. – самый сильный рой землетрясений ($M_{w\max}=6.1$) из зарегистрированных камчатской региональной сетью за период детальных сейсмологических наблюдений с 1962 года.

Приведен анализ сейсмической активности в районах Северной, Авачинской, Мутновско-Гореловской групп вулканов и вулканов Кизимен и Жупановский [72]. Как обычно, наиболее активна была Северная группа вулканов – в ее районе локализовано 4390 землетрясений. После 56-летнего периода покоя началось извержение влк. Жупановский. Региональной сетью сейсмических станций зарегистрировано 22 землетрясения из района этого вулкана.

В регионе **Северо-Восток России (XII)** сейсмический мониторинг осуществлялся сетью из постоянных и временных цифровых сейсмических станций в пределах Магаданской области, Чукотского автономного округа и шельфов прилегающих Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского морей [73]. Обработка данных проводилась с помощью программы НУР2DT (версия 7.1), предоставленной К. Дж. Мяки (Мичиганский университет, Ист-Лансинг, США) [74]. В каталог землетрясений Северо-Востока и приграничных районов за 2013 г. включены сведения о 248 событиях с $K_p=5.4-13.8$. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в 2013 г. внутри границ региона, составила $\Sigma E=11.1 \cdot 10^{11}$ Дж, что в 19 раз меньше, чем в 2012 г. ($\Sigma E=207 \cdot 10^{11}$ Дж). Наиболее сильным ($K_p=11.7$) на Северо-Востоке в 2013 г. явилось землетрясение 3 ноября в районе Охотского моря. Максимальный макросейсмический эффект ($I=4$ балла) наблюдался при землетрясении 15 января с $K_p=9.8$ [73]. В целом, сейсмичность Северо-Востока в 2013 г. соответствовала фоновому уровню.

В **Якутии (XIII)** сейсмическая сеть состояла из 24 цифровых сейсмических станций [2]. Значения параметров гипоцентров были получены при использовании типового программного модуля «WSG».

По материалам сводной обработки результатов наблюдений были найдены параметры 5197 подземных толчков, из которых 1110 землетрясений с $K_p \geq 7.6-15.0$ [2]. Все землетрясения группируются в двух крупных кластерах, которые представляют Арктико-Азиатский на северо-востоке и Байкало-Становой (Олёкмо-Становая зона) сейсмические пояса на юге региона. Величина выделившейся в регионе суммарной сейсмической энергии за 2013 г., равная $\Sigma E=2.0 \cdot 10^{15}$ Дж, на три порядка больше, чем таковая в 2012 г. ($\Sigma E=2.26 \cdot 10^{12}$ Дж) [48]. Практически вся она проявилась в области взаимодействия Евразийской и Североамериканской плит, куда тяготеют очаги землетрясений Арктико-Азиатского сейсмического пояса, где было зарегистрировано три сильных землетрясения: Улахан-Чистайское 20 января с $K_p=14.8$, $MS=5.5$, Илин-Тасское (Абыйское) 14 февраля с $K_p=15.2$, $MS=6.9$ и Тас-Хаяхтахское 10 мая с $K_p=13.8$, с $MS=4.9$ [2].

По региону **Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь (XIV)** приведены сведения о сейсмичности его территорий: Баренц-Евро/Арктика, Беларусь, Архангельская область и Урал.

На территории **Баренц-Евро/Арктики** (Кольский полуостров и архипелаг Шпицберген с прилегающими акваториями) регистрация сейсмических событий осуществлялась с помощью цифровой аппаратуры. На территории Балтийского щита зарегистрировано 17 сейсмических событий с магнитудами $M_{L\text{пер}}$ от 0.8 до 2.8., которые могут интерпретироваться как землетрясения тектони-

ческой природы. 2013 г. характеризуется наименьшей сейсмической активностью за пятилетний период 2009–2013 гг. В районе архипелага Шпицберген было зарегистрировано наименьшее за пятилетний период 2009–2013 гг. количество землетрясений во всех диапазонах магнитуд [75].

В **Беларуси** продолжено формирование Солигорской локальной сети цифровых станций. Все 18 цифровых станций работали в режиме on-line с непрерывной передачей информации через мобильную сеть в центр сбора информации в г. Минске. Величина землетрясений оценивается по длительности колебаний цифровых записей – Kd с корреляционным переходом к классам K_p по экспериментально полученной формуле. Всего зарегистрировано 43 события с $Kd=4.6–8.2$. Уровень выделившейся сейсмической энергии в 2013 г. выше такового в 2012 г. почти в 2 раза и в 5 раз ниже его среднего значения за 30 предыдущих лет [76].

В **Архангельской области** в 2013 г. работали девять цифровых сейсмических станций. Эта область является самым крупным объектом Европейской части Российской Федерации с площадью 587.4 тыс. км². За весь период наблюдений Архангельской сетью было зарегистрировано большое количество техногенных событий и всего два тектонических землетрясения – 22 октября 2005 г. в 17^h46^m с $ML_{\text{ред}}=2.9$ [77] и 28 марта 2013 г. в 07^h02^m с $ML_{\text{ред}}=3.4$ [78]. В [78] приведен подробный анализ единственного тектонического землетрясения 28 марта 2013 г., произошедшего в 80 км южнее г. Архангельска.

Результаты обработки всех других арктических событий приведены в каталоге [79]. Распределение землетрясений соотносится с подводными хребтами Книповича и Гаккеля, арх. Шпицберген. Всего за 2013 г. определены координаты эпицентров 290 землетрясений. Представительный уровень магнитуды по данным Архангельской сети в 2013 г. составляет $ML_{\text{пред}}=2.9$.

На **Урале** сеть сейсмических станций в 2013 г. была несколько расширена – открыты две новые станции [9]. За год уверенно лоцированы лишь три тектонические землетрясения и одно «возможно, землетрясение». Их суммарная сейсмическая энергия равна $6.7 \cdot 10^7$ Дж. На порядок больше было зарегистрировано горно-тектонических ударов: 29 в районе г. Североуральска и по одному – в Кушве и Нижнем Тагиле, с суммарной энергией $2.82 \cdot 10^9$ Дж, т.е. больше в 42 раза [9]. В целом для Урала 2013 г. в сейсмическом отношении был достаточно спокойным.

В **Арктическом бассейне (XV)** в 2013 г. зарегистрировано 30 землетрясений с $m_b=3.0–4.6$ по данным мировой сети, 28 из них связаны с сейсмоактивной зоной, протягивающейся через глубоководную часть Арктического бассейна до шельфа моря Лаптевых. Уровень выделившейся сейсмической энергии в 2013 г. ниже такового в 2012 г. в 1.3 раза и в 1.6 раза выше его среднего значения за 23 предыдущих года. Для двух землетрясений приведены параметры механизма очага по данным GCMТ [80].

Закключение. Представленный в ежегоднике материал дает полную картину хода сейсмического процесса на территории Северной Евразии в 2013 г., свидетельствующую о том, что, по сравнению с таковым в 2012 г., в большей части регионов и территорий Северной Евразии отмечен рост сейсмической активности (на Карпатах, в Крыму, Северном Кавказе, Таджикистане, Казахстане, Алтае, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье, Курило-Охотском регионе, Камчатке, Архангельской области, Беларуси, на Урале) и в меньшей части – ее спад (в Азербайджане, Армении, Копетдаге, Сахалине, Баренц-Евро/Арктике и в Арктике). Почти нет изменений на Северо-Востоке России.

Самым важным событием в 2013 г. явилось, безусловно, сильнейшее в мире глубоководное Охотоморское-III землетрясение 24 мая с $M_w=8.3$, $h=630$ км. Оно сопровождалось большой афтершоковой серией с максимальными на Земле глубинами 450–700 км. Облако афтершоков вытянуто к югу от гипоцентра главного толчка, его размеры составляют 200x400 км, что примерно соответствует линейным размерам очага Охотоморского-III землетрясения. Тектоническая позиция землетрясения связана с неоднородностью строения погружающейся Тихоокеанской плиты. Землетрясение вызвало глобальный макросейсмический эффект с дальностью проявлений свыше 16000 км.

Значимым событием стало Бачатское землетрясение 18 июня в сейсмически активной 8-балльной зоне Алтая. На сейсмический режим этой территории несомненно влияют крупномасштабные горные работы в Кузбассе. С учетом этих обстоятельств и глубин афтершоков до 5 км Бачатское землетрясение, возможно, следует отнести к природно-техногенным событиям.

Отдельно следует отметить регистрацию сетью сейсмических станций Урала 15 февраля 2013 г. такого уникального события, как падение (взрыв) «Челябинского» метеорита, с $E=0.2 \cdot 10^9$ Дж. Взрыв, который произошел на высоте 20 км, был зарегистрирован

многими станциями мира. Имеются сейсмограммы более чем с 70 цифровых широкополосных станций, расположенных на расстояниях до 4000 км, с большой выборкой по азимутам.

Впервые к работам по установке сейсмической станции «Уфа» привлечена частная организация – ООО «Картография» (г. Уфа). Станция является первой сейсмической станцией на территории Республики Башкортостан. Большую помощь в проведении всего комплекса работ по выбору места и размещению оборудования станции оказал Центр космических услуг Башкирского государственного университета.

Л и т е р а т у р а

1. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмоструктура Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 227 с.
2. Козьмин Б.М., Шибяев С.В. Якутия // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 224–231. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.19
3. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2013 // ФИЦ ЕГС РАН [Сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013
4. International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
5. Чеброва А.Ю., Абубакиров И.Р., Гусев А.А., Дрознина С.Я., Ландер А.В., Митюшкина С.В., Павлов В.М., Салтыков В.А., Титков Н.Н., Чебров Д.В. Охотоморское-III землетрясение 24 мая 2013 г. с $M_{\text{пер}}=8.3$, $I_0=6$ (Охотское море) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 377–396. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.34
6. Вербицкий С.Т., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Чуба М.В., Келеман И.Н., Стецькив А.Т., Степаненко Н.Я., Илиеш И.И., Алексеев И.В., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 32–43. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.02
7. Габсатарова И.П., Королецки Л.Н., Селиванова Е.А., Артёмова Е.В., Каменская О.П. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 82–95. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.07
8. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 120–130. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.10
9. Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В., Злобина Т.В. Урал // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 256–267. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.23
10. Левина В.И., Михайлова Р.С., Лукаш Н.А. (сост.). Список всех сейсмических станций Северной Евразии за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD-ROM.
11. Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Муралиев А.М., Берёзина А.В., Шукурова Р., Гребенникова В.В., Гессель М.О., Кучкаров К.И. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 108–119. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.09
12. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Подкорытова В.Г., Шевкунова Е.В. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 139–149. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.12
13. Раутман Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
14. Маламуд А.С. Использование длительности колебаний для энергетической классификации землетрясений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений, Т. II. – М.: АН СССР, 1974. – С. 180–194.
15. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона. – Киев: Наукова думка, 1989. – 189 с.
16. Петрова Н.В. Соотношения между оценками величины землетрясений Копетдага по данным различных сейсмологических центров // Землетрясения Северной Евразии, 2003. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 409–417.
17. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–23.
18. Гусев А.А., Мельникова В.Н. Связи между магнитудами – среднемировые и для Камчатки // Вулканонология и сейсмология. – 1990. – № 6. – С. 55–63.

19. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Подкорытова В.Г., Шевкунова Е.В. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 132–142.
20. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Колковский В.М., Аронов В.А., Ацута О.Н., Аронов Г.А. Беларусь // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 218–227.
21. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э. Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018 – С. 59–66.
22. Антоновская Г.Н., Конечная Я.В., Федоренко И.В. Архангельская область // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 228–233.
23. Коломиец А.С., Асминг В.Э., Кременецкая Е.О. Землетрясения Восточной части Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – Обнинск: ГС РАН, 1999. – С. 125–128.
24. Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Мугнцян Э.А., Геворгян А.А. Армения // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 66–74. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.05
25. Дягилев Р.А. Шкала ML для Среднего Урала // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы X Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 118–122.
26. Козьмин Б.М., Шибаев С.В., Имаева Л.П., Имаев В.С., Петров А.Ф. Улахан-Чистайское землетрясение 20 января 2013 г. с $K_p=14.4$, $M_w=5.6$, $I_0=8$ (Северо-восток Якутии) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 320–328. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.29
27. Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 131–138. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.11
28. Чеброва А.Ю., Абубакиров И.Р., Гусев А.А., Матвеев Е.А., Митюшкина С.В., Павлов В.М., Салтыков В.А., Чебров Д.В. Землетрясение 28 февраля 2013 г. с $M_{w_{GCMT}}=6.8$, $I_0=5-6$ (Юго-восточное побережье Камчатки) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 329–342. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.30
29. Чебров Д.В., Чеброва А.Ю., Матвеев Е.А., Дрознина С.Я., Митюшкина С.В., Гусев А.А., Салтыков В.А., Воропаев П.В. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 198–213. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.17
30. Кугаенко Ю.А., Дрознина С.Я., Салтыков В.А., Павлов В.М., Ландер А.В., Митюшкина С.В., Абубакиров И.Р. Ильпирское землетрясение 13 марта 2013 г. с $M_{w_{\text{pet}}}=5.8$, $ML=6.2$, $K_S=13.9$, $I_0=8$ (Камчатский перешеек) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 343–361. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.31
31. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Мирзалиев М.М., Магомедов Х.Д., Адиллов З.А. Кичи-Гамринское-II землетрясение 16 апреля 2013 г. с $K_p=12.7$, $MS=4.5$, $I_0=6$ (Центральный Дагестан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 370–376. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.33
32. Сафонов Д.А. Урупская серия землетрясений 2012–2013 гг. с магнитудой до $M_{w_{\text{pet}}}=7.0$ (Курильские острова) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 477–784. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.42
33. Усманова М.Т., Джураев А., Фролова А.Г., Нурматов У.А., Икрамова Д.А., Саттарова А.М. Туябугузское землетрясение 25 мая 2013 г. с $K_p=14.1$, $MS=5.2$, $I_0=7$ (Приташкентский район, Узбекистан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 397–408. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.35
34. Усманова М.Т., Джураев А., Шерматов М.Ш., Фролова А.Г., Саттарова А.М. Маржанбулакское землетрясение 26 мая 2013 г. с $K_p=15.0$, $MS=5.9$, $I_0=8$ (Узбекистан, Джизакская область) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 409–420. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.36
35. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д., Адиллов З.А. Грузино-Дагестанское землетрясение 17 сентября 2013 г. с $K_p=12.9$, $MS=5.0$, $I_0=6$ на территории Дагестана // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 445–452. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.39
36. Джураев Р.У. Вахдатское землетрясение 10 ноября 2013 г. с $K_p=12.4$, $MS=4.7$, $I_0=6$ (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 453–465. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.40

37. Семёнова Е.П., Сафонов Д.А., Фокина Т.А. Крильонское землетрясение 25 ноября 2013 г. с $M_w=5.2$, $I_0=6-7$ (о. Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 466–476. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.41
38. Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Дорошкевич Е.Н., Костылев Д.В. Курило-Охотский регион // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 184–197. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.16
39. Федотов С.А. Энергетическая классификация K_S Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
40. Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.
41. Гусев А.А., Гусев Г.С., Акатова К.Н., Аптикаев Ф.Ф., Данилова Т.И., Кожурин А.И. и др. Пояснительная записка к комплексу карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-2016 // Инженерные изыскания – 2016 –7 – С. 49–122.
42. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. 127 с.
43. Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А. Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизионного пояса. – М.: Геос, 2002. – 224 с.
44. Ребецкий Ю.Л., Кузиков С.И. Тектонофизическое районирование активных разломов Северного Тянь-Шаня // Геология и геофизика. – 2016. – 57. – № 6. – С. 1225–1250.
45. Батугина И.М., Петухов И.М. Геодинамическое районирование месторождений при проектировании и эксплуатации рудников. – М.: Недра, 1988. – 165 с.
46. Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1:8 000 000: Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. – М.: ОИФЗ РАН, 1999. – 57 с.
47. Ловчиков А.В., Савченко С.Н. О техногенной природе Бачатского землетрясения 18.06.2013 г. URL: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2016/Mat/V1/files/2/Lovchikov.pdf
48. Старовойт О.Е., Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Левина В.И., Габсатарова И.П., Петрова Н.В. Сейсмичность Северной Евразии в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018 – С. 14–39.
49. Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Карданец В.Ю. Ощутимые в Молдове в 2013 г. землетрясения: 11 августа с $K_p=11.8$, 6 октября с $K_p=14.1$, 15 октября с $K_p=12.3$ (Румыния–Молдова) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 435–444. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.38
50. Попов И.И., Дубинский И.Б., Капитанова С.А., Пустовитенко Б.Г. Землетрясения Крымско-Черноморского региона // Сейсмический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН (Крым-Карпаты) в 1970–1974 гг.– Киев: Наукова думка, 1980. – С. 4–20.
51. Пустовитенко Б.Г., Свидлова В.А., Князева В.С., Бондарь М.Н. Крымско-Черноморский регион // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 44–55. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.03
52. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Аллахвердиева З.Г., Асадов Т.Б. Количественные соотношения между различными типами магнитуд землетрясений Азербайджана // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 480–487.
53. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э. Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018 – С. 59–66.
54. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С. (отв. сост.), Казымова С.Э., Расулова З.М., Исламова Ш.К. (сост.). Каталог землетрясений Азербайджана с $K_p \geq 9.0$ в государственных границах +30 км за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
55. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э. Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 56–65. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.04
56. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Гонян А.А., Мугнецян Э.А. (сост.). Каталог землетрясений Армении за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
57. Малянова Л.С., Габсатарова И.П. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Северного Кавказа // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 311–319. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.28

58. **Габсатарова И.П., Королецки Л.Н., Малянова Л.С.** Дуплет Домбайских землетрясений 2013 г. в очаговой зоне Чхалтинского землетрясения 1963 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 362–369. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.32
59. **Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Лютиков А.И., Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Горбатиков А.В.** Эндогенные опасности Большого Кавказа. – М.: ИФЗ РАН, 2014. – 256 с.
60. **Сарыева Г.Ч., Петрова Н.В., Безменова Л.В.** Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 96–107. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.08
61. **Сарыева Г.Ч., Петрова Н.В., Безменова Л.В.** Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 95–103.
62. **Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К.** Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 150–160. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.13
63. **Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А.** Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 161–172. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.14
64. **Сафонов Д.А., Коваленко Н.С., Радзиминович Я.Б.** Сковородинское землетрясение 14 октября 2011 г. с $K_p=15.4$, $M_w=6.0$, $I_0=8$ (Верхнее Приамурье) // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 418–429.
65. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Костылев Д.В., Михайлов В.И.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 173–183. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.15
66. **Сайт the JMA Seismic Intensity Scale** // Japan Meteorological Agency [Сайт]. – URL: <http://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/inttable.html>
67. **Сафонов Д.А., Коновалов А.В.** Апробация вычислительной программы FOCMEC для определения фокальных механизмов землетрясений Курило-Охотского и Сахалинского регионов // Тихоокеанская геология. – 2013. – 32. – № 3. – С. 102–117.
68. **Sokos E.N., Zahradnik J.** ISOLA a Fortran code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data // Computers & Geosciences. – 2008. – 34, Issue 8. – P. 967–977.
69. **Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР.** – М.: Наука, 1982. – 273 с.
70. **Дрознин Д.В., Дрознина С.Я.** Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. – 2010. – 46. – № 3. – С. 22–34.
71. **Гордеев Е.И., Левина В.И., Чебров В.Н., Иванова Е.И., Шевченко Ю.В., Степанов В.В.** Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 102–114.
72. **Сенюков С.Л., Нуждина И.Н.** Вулканы Камчатки // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 485–501. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.43
73. **Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И., Седов Б.М.** Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 214–223. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.18
74. **Mackey K.G.** Seismological Studies in Northeast Russia. Dissertation for the degree of Ph.D. – Michigan State University. Department of Geological Sciences, 1999. – 346 p.
75. **Баранов С.В., Петров С.И.** Баренц-Евро/Арктика // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 232–239. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.20
76. **Аронова Т.И., Сероглазов Р.Р., Аронов Г.А., Ацута О.Н., Аронов В.А.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 240–246. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.21
77. **Юдахин Ф.Н., Французова В.И.** Архангельская область // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 251–258.
78. **Антоновская Г.Н., Конечная Я.В., Ваганова Н.В., Морозов А.Н.** Архангельская область // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 247–255. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.22
79. **Конечная Я.В. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Архангельской области за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
80. **Аветисов Г.П., Жолондз А.С.** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 268–272. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.24

METADATA IN ENGLISH

SEISMICITY OF NORTHERN EURASIA in 2013

A.A. Malovichko¹, O.E. Starovoit¹, R.S. Mikhailova¹, E.A. Rogozhin², N.V. Petrova¹,
V.I. Levina¹, A.N. Morozov¹, I.P. Gabsatarova¹

¹ Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Obninsk, raisa@gstras.ru, npetrova@gstras.ru

Abstract. A review of the seismicity in 2013 of the territory of Northern Eurasia, which includes 15 regions of Russia and neighboring countries, is presented. 581 stationary seismic stations operated in the territory, of which 529 digital, 52 analog stations and 8 seismic groups. In addition, temporary stations operated in some regions. These networks recorded over 28 thousand tectonic and about 6 thousand volcanic earthquakes, for which the main parameters were determined and published. Focal mechanisms have been determined for 595 earthquakes. According to the data collected as part of the yearbook, 506 earthquakes were felt in Northern Eurasia in 2013, of which more than 1500 messages were received from more than 934 settlements. Some settlements experienced shocks several times during the year. Eighteen earthquakes were inspected, the results for most of them are described in separate articles of this issue of the yearbook, together with data on the focal mechanisms, previous seismicity, features of the aftershock process and involving elements of seismic tectonics of focal zones. The review provides a comparative analysis of seismicity characteristics for all 15 regions. The strongest in 2013, the Okhotsk-III earthquake on May 24, 2013 with $M_w=8.3$ occurred under the Sea of Okhotsk with $h=630$ km, was also the largest in the history of seismological observations among mantle earthquakes. It had a huge area of macroseismic impact, while due to the great depth it did not cause destruction anywhere.

Keywords: Northern Eurasia, tectonic, volcanic earthquakes, explosions, focal mechanism, seismic energy.

DOI: 10.35540/1818-6254.2019.22.01

For citation: Malovichko, A.A., Starovoit, O.E., Mikhailova, R.S., Rogozhin, E.A., Levina, V.I., Morozov, A.N., Petrova, N.V., & Gabsatarova, I.P. (2019). Seismicity of Northern Eurasia in 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 11–31. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.01

References

1. Imaev, V.S., Imaeva, L.P., & Koz'min, B.M. (2000). *Seismotektonika Iakutii* [Seismotectonics of Yakutia]. Moscow, Russia: GEOS Publ., 227 p. (In Russ.).
2. Koz'min B.M., & Shibaev S.V. Yakutia. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 224–231. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.19
3. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations. (2019). Retrieved from ftp://ftp.gstras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013/
4. International Seismological Centre. (2019). On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom. Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
5. Chebrova, A.Yu., Abubakirov, I.R., Gusev, A.A., Droznina, S.Ya., Lander, A.V., Mityushkina, S.V., Pavlov, V.M., Saltykov, V.A., Titkov, N.N., & Chebrov, D.V. (2019). Okhotsk-III earthquake 24.05.2013 with $M_{w,reg}=8.3$. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 377–396. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.34
6. Verbitskii, S.T., Pronishin, R.S., Verbitskii, Iu.T., Chuba, M.V., Keleman, I.N., Stets'kiv, A.T., Stepanenko, N.Ia., Iliesh, I.I., Alekseev, I.V., & Simonova, N.A. (2019). Carpathians. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 32–43. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.02
7. Gabsatarova, I.P., Koroletski, L.N., Selivanova, E.A., Artyomova, E.V., & Kamenskaya, O.P. (2019). Northern Caucasus. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 82–95. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.07
8. Ulubieva, T.R., Mikhailova, R.S., & Risling, L.I. (2019). Tajikistan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 120–130. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.10
9. Malovichko, A.A., Dyagilev, R.A., Verkholantsev, F.G., Golubeva, I.V., & Zlobina, T.V. (2019). Ural. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 256–267. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.23

10. Levina V.I., & Mikhailova R.S., Lukash, N.A. (2019). List of all seismic stations in Northern Eurasia for 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Application on CD. (In Russ.).
11. Abdrahmatov K.E., Frolova A.G., Muraliev A.M., Berezina A.V., Shukurova R., Grebennikova V.V., Gesel M.O., & Kuchkarov K.I. (2019). Central Asia. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 108–119. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.09
12. Emanov, A.F., Emanov, A.A., Fateev, A.V., Podkorytova, V.G., & Shevkunova, E.V. (2019). Altai and Sayan mountains. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 139–149. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.12
13. Rautian, T.G. (1960) [Energy of the Earthquakes] In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti. Trudy IFZ ANSSSR, 9(176)*. [Methods of Detailed Study of the Seismicity. Proceedings of the IFZ SA USSR № 9(176)] (pp. 75–114). Moscow, Russia: IFZ AN SSSR Publ. (In Russ.).
14. Malamud, A.S. (1974). [Using the duration of waveforms for energy classification of earthquakes]. In *Magnituda i energeticheskaiia klassifikatsiia zemletriasenii, T. II*. [Magnitude and energy classification of earthquakes, V. II.] (pp. 180–194). Moscow, Russia: USSR Academy of Sciences Publ. (In Russ.).
15. Pustovitenko, B.G., Kul'chitskii, V.E., & Goriachun, A.V. (1989). *Zemletriaseniia Krymsko-Chernomorskogo regiona* [Earthquakes of the Crimean-Black Sea region]. Kiev, Ukraine: Naukova dumka Publ., 189 p.
16. Petrova, N.V. (2009). [Relations between estimates of the magnitude of Kopetdag earthquakes according to various seismological centers]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2003] (pp. 409–417). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
17. Solov'ev, S.L., & Solov'eva, O.N. (1967). [The relationship between the energy class and the magnitude of the Kuril earthquakes]. In *Fizika Zemli* [Izvestiya. Physics of the Solid Earth], 2, 13–23. (In Russ.).
18. Gusev, A.A., & Mel'nikova, V.N. (1990). [Connections between magnitudes - world average and for Kamchatka]. In *Vulkanologiiia i seismologiiia* [Journal of Volcanology and Seismology], 6, 55–63. (In Russ.).
19. Emanov, A.F., Emanov, A.A., Fateev, A.V., Podkorytova, V.G., & Shevkunova, E.V. (2018). Altai and Sayan mountains. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 132–142. (In Russ.).
20. Aronov, A.G., Seroglazov, R.R., Aronova, T.I., Kolkovskii, V.M., Aronov, V.A., Atsuta, O.N., & Aronov, G.A. (2018). Belarus. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 218–227. (In Russ.).
21. Etirmishli, G.D., Abdullaeva, R.R., Ismailova, S.S., & Kazymova, S.E. (2018). Azerbaijan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 59–66. (In Russ.).
22. Antonovskaia, G.N., Konechnaia, Ia.V., & Fedorenko, I.V. (2018). Arkhangelsk region. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 228–233. (In Russ.).
23. Kolomiets, A.S., Asming, V.E., & Kremenetskaia, E.O. (1999). [Earthquakes in the Eastern Baltic Shield]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1993 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia in 1993] (pp. 125–128). Obninsk, GS RAS Publ. (In Russ.).
24. Sargsian, G.V., Abgarian, G.R., Mugnetsian, E.A., & Gevorgian, A.A. (2019). Armenia. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 66–74. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.05
25. Diagilev, R.A. (2018). [ML scale for the Middle Urals]. In *Materialy X Mezhdunarodnoy seysmologicheskoy shkoly "Sovremennyye metody obrabotki i interpretatsii seysmologicheskikh dannykh"*. [Proceedings of the X International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 118–122). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
26. Koz'min, B.M., Shibaev, S.V., Imaeva, L.P., Imaev, V.S., & Petrov, A.F. (2019). [The January 20, 2013 Ulakhan–Chistai earthquake of $K_p=14.4$, $M_w=5.6$, $I_0=8$ (Northeast Yakutia)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 320–328. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.29
27. Neverova, N.P., Mikhailova, N.N., & Sokolova, I.N. (2019). Kazakhstan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 131–138. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.11
28. Chebrova, A.Yu., Abubakirov, I.R., Gusev, A.A., Matveenkov, E.A., Mityushkina, S.V., Pavlov, V.M., Saltikov, V.A., & Chebrov, D.V. (2019). Earthquake 28.02.2013 with $M_{WGCMT}=6.8$, $I_0=5-6$ (Southeastern coast of Kamchatka). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 329–342. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.30

29. Chebrov, D.V., Chebrov, A.Yu., Matveenko, E.A., Droznina, S.Ya., Mityushkina, S.V., Gusev, A.A., Saltikov, V.A., & Voropaev, P.V. (2019). Kamchatka and Commander Islands. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 198–213. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.17
30. Kugaenko, Yu.A., Droznina, S.Ya., Saltykov, V.A., Pavlov, V.M., Lander, A.V., Mityushkina, S.V., & Abubakirov, I.R. (2019). Ipyrskoe earthquake March 13, 2013 with $M_{w_{reg}}=5.8$, $ML=6.2$, $K_S=13.9$, $I_0^P=8$ (Kamchatsky Isthmus). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 343–361. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.31
31. Asmanov, O.A., Daniyalov, M.G., Mirzaliyev, M.M., Magomedov, Kh.Dzh., & Adilov, Z.A. (2019). Kichi-Hamrinsky-II earthquake on April 16, 2013 with $K_p=12.7$, $MS=4.5$, $I_0=6$ (Central Dagestan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 370–376. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.33
32. Safonov, D.A. (2019). The Urup earthquake sequence 2012–2013 with magnitude up to $M_{w_{reg}}=7.0$ (Kuril islands). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 477–784. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.42
33. Usmanova, M.T., Djuraev, A., Frolova, A.G., Nurmatov, U.A., Ikramova, D.A., & Sattarova, A.M. (2019). Tuyabuguz earthquake on May 25, 2013 with $K_p=14.1$, $MS=5.2$, $I_0=7$ (Tashkent district, Uzbekistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 397–408. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.35
34. Usmanova M.T., Djuraev, A., Shermatov M.Sh., Frolova, A.G., & Sattarova, A.M. (2019). Marjanbulak earthquake on may 25, 2013 with $K_p=15.0$, $MS=5.9$, $I_0=8$ (Djizakh district, Uzbekistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 409–420. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.36
35. Asmanov, O.A., Daniyalov, M.G., Magomedov, Kh.Dzh., & Adilov, Z.A. (2019). Manifestation of Georgian-Dagestan earthquake september 17, 2013 with $K_p=12.9$, $MS=5.0$, $I_0=6$ in the territory of Dagestan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 445–452. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.39
36. Juraev, R.U. (2019). Vahdats earthquake at 10 november 2013 with $K_p=12.4$, $MS=4.7$, $I_0=6$ (Tajikistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 453–465. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.40
37. Semenova E.P., Safonov D.A., & Fokina T.A. (2019). Earthquake near Crillon Cape on November 25th, 2013 with $M_w=5.2$, $I_0=6-7$ (Sakhalin Island). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 466–476. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.41
38. Fokina, T.A., Safonov, D.A., Dorishkevich, E.N., & Kostylev, D.V. (2019). Kuril-Okhotsk Region. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 184–197. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.16
39. Fedotov, S.A. (1972). *Energeticheskaiia klassifikatsiia KS Kurilo-Kamchatskikh zemletriaseniii i problema magnitude* [Energy classification of KS Kuril-Kamchatka earthquakes and the problem of magnitudes]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 117 p.
40. Medvedev, S.V. (1968). International seismic intensity scale. In *Seismicheskoe raionirovanie SSSR* [Seismic zoning of the USSR] (pp. 151–162). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
41. Gusev A.A., Gusev G.S., Akatova K.N., Aptikaev F.F., Danilova T.I., Kozhurin A.I., ... & Strom A.L. (2016). [Explanatory note to the set of maps of general seismic zoning of the territory of the Russian Federation OSR-2016]. *Inzhenernye izyskaniia* [Engineering survey], 7, 49–122. (In Russ.).
42. Koz'min, B.M. (1984). *Seismicheskie poiasa Iakutii i mekhanizmy ochagov ikh zemletriasenii* [Seismic zons of Yakutia and the mechanisms of the sources of their earthquakes. Moscow, Russia: Nauka Publ. 127 p. (In Russ.).
43. Trifonov, V.G., Soboleva, O.V., Trifonov, R.V., & Vostrikov, G.A. (2002). *Sovremennaia geodinamika Al'piisko-Gimalaiskogo kollizionnogo poiasa* [Modern geodynamics of the Alpine-Himalayan collision belt]. Moscow, Russia: Geos Publ., 224 p. (In Russ.).
44. Rebetsky, Y.L., & Kuzikov, S.I. (2016). Active faults of the northern Tien Shan: tectonophysical zoning of seismic risk. *Russian Geology and Geophysics*, 57 (6), 967–983.
45. Batugina, I.M., & Petukhov, I.M. (1988). *Geodinamicheskoe raionirovanie mestorozhdenii pri proektirovanii i ekspluatatsii rudnikov* [Geodynamic zoning of deposits in the design and operation of mines]. Moscow, Russia: Nedra Publ., 165 p. (In Russ.).

46. Ulomov, V.I., & Shumilina, L.S. (1999). *Komplekt kart obshchego seismicheskogo raionirovaniia territorii Rossiiskoi Federatsii – OSR-97. Masshtab 1:8 000 000: Ob"iasnitel'naia zapiska i spisok gorodov i naselennykh punktov, raspolozhennykh v seismoopasnykh raionakh* [A set of general seismic zoning maps of the territory of the Russian Federation - OSR-97. Scale 1: 8,000,000: Explanatory note and list of cities and towns located in earthquake-prone areas]. Moscow, Russia: IFZ RAS Publ., 57 p. (In Russ.).
47. Lovchikov, A.V., & Savchenko, S.N. (2016). On the technogenic nature of the Bachat earthquake 06/18/2013. Retrieved from http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2016/Mat/V1/files/2/Lovchikov.pdf
48. Starovoit O.E., Mikhailova R.S., Rogozhin E.A., Levina V.I., Gabsatarova I.P., & Petrova N.V. (2018). Seismicity of Northern Eurasia in 2012. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 14–39. (In Russ.).
49. Stepanenco, N.Y., Simonova, N.A., & Cardanets, V.Y. (2019). Sensible earthquakes 2013 in Moldova: August 11 with $K_p=11.8$, October 6 with $K_p=14.1$, October 15 with $K_p=12.3$ (Romania–Moldova). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 435–444. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.38
50. Popov, I.I., Dubinskii, I.B., Kapitanova, S.A., & Pustovitenko, B.G. (1980). [Earthquakes of the Crimean-Black Sea region]. In *Seismicheskii biulleten' Zapadnoi territorial'noi zony ESSN (Krym-Karpaty) v 1970–1974 gg.* [Seismic Bulletin of the Western Territorial Zone of the ECHS (Crimea-Carpathians) in 1970–1974] (pp. 4–20). Kiev, Ukraine: Naukova dumka Publ. (In Russ.).
51. Pustovitenko, B.G., Svidlova, V. A., Knyazeva, V.S., & Bondar, M.N. (2019). Crimean Black sea region. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 44–55. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.03
52. Etirmishli, G.D., Abdullaeva, R.R., Allakhverdieva, Z.G., & Asadov, T.B. (2014). [Quantitative relations between different types of magnitudes of earthquakes in Azerbaijan]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2008 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia in 2008] (pp. 125–128). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
53. Etirmishli, G.D., Abdullaeva, R.R., Ismailova, S.S., & Kazymova, S.E. (2018). Azerbaijan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 59–66. (In Russ.).
54. Etirmishli, G.D., Abdullaeva, R.R., Ismailova, S.S., Kazymova, S.E., Rasulova, Z.M., & Islamova, Sh.K. (2019). Azerbaijan earthquake catalog with $K_p \geq 9.0$ within state borders +30 km for 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
55. Etirmishli, G.D., Abdullaeva, R.R., Ismailova, S.S., & Kazymova, S.E. (2019). Azerbaijan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 56–65. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.04
56. Sargsian, G.V., Agarian, G.R., Aidosian, G.G., Gonian, A.A., & Mugnetsian, E.A. (2019). Catalog of earthquakes in Armenia for 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
57. Malyanova, L.S., & Gabsatarova, I.P. (2019). Spectral and focal earthquake parameters on Northern Caucasus. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 311–319. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.28
58. Gabsatarova, I.P., Koroletski, L.N., & Malyanova, L.S. (2019). Doublet of the Dombai earthquakes of 2013, March 26 with $K_p=11.9$, $M_{w,reg}=5.3$ and May 28 with $K_p=11.6$, $M_{w,reg}=5.4$, in the focal zone of the Chkhalt'a earthquake of 1963. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 362–369. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.32
59. Rogozhin, E.A., Ovsichenko, A.N., Liutikov, A.I., Sobisevich, A.L., Sobisevich, L.E., & Gorbatikov, A.V. (2014). *Endogennye opasnosti Bol'shogo Kavkaza* [Endogenous hazards of the Greater Caucasus]. Moscow, Russia: IFZ RAS Publ., 256 p. (In Russ.).
60. Saryeva, G.Ch., Petrova, N.V., & Bezmenova, L.V. (2019). Kopetdag. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 96–107. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.08
61. Saryeva, G.Ch., Petrova, N.V., & Bezmenova, L.V. (2018). Kopetdag. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 95–103. (In Russ.).
62. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., & Masalskii, O.K. (2019). Lake Baykal and Transbaykal regions. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 150–160. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.13

63. Kovalenko, N.S., Fokina, T.A., & Safonov, D.A. (2019). Priamurye and Primorye. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 161–172. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.14
64. Safonov, D.A. Kovalenko, N.S., & Radziminovich, Ia.B. (2017). Skovorodino earthquake on October 14, 2011 with $K_p=15.4$, $M_w=6.0$, $I_0=8$ (Upper Amur Region). In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2011 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia in 2011] (pp. 418–429). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
65. Fokina, T.A., Safonov, D.A., Kostylev, D.V., & Mikhaylov, V.I. (2019). Sakhalin. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 173–183. 15 (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.
66. JMA Seismic Intensity Scale. (2019). Japan Meteorological Agency. Retrieved from <http://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/inttable.html>
67. Safonov, D.A., & Konovalov, A.V. (2013). [Approbation the FOCMEC computing program to determine the focal mechanisms of earthquakes in the Kuril-Okhotsk and Sakhalin regions]. *Tikhookeanskaia geologiya* [Pacific geology], 32(3), 102–117. (In Russ.).
68. Sokos, E.N., & Zahradnik, J. (2008). ISOLA a Fortran code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data. *Computers & Geosciences*, 34(8), 967–977.
69. *Instruktsiia o poriadke proizvodstva i obrabotki nabliudenii na seismicheskikh stantsiiakh Edinoi sistemy seismicheskikh nabliudenii SSSR* [Instructions on the procedure for the production and processing of observations at seismic stations of the Unified System of Seismic Observations of the USSR.] (1982). Moscow, Russia: Nauka Publ., 273 p.
70. Droznin, D.V., & Droznina, S.Y. (2011). Interactive DIMAS program for processing seismic signals. *Seismic Instruments*, 47(3), 215.
71. Gordeev, E.I., Levina, V.I., Chebrov, V.N., Ivanova, E.I., Shevchenko, Iu.V., & Stepanov, V.V. [Earthquakes of Kamchatka and the Commander Islands]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1993 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia in 1993] (pp. 102–114). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
72. Seniukov S.L., & Nuzhdina I.N. (2019). Seismic monitoring of volcanoes of Kamchatka. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 485–501. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.43
73. Alyeshina, E.I., Kurtkin, S.V., Karpenko, L.I., & Sedov, B.M. (2019). North-East of Russia. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 214–223. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.18
74. Mackey, K.G. (1999). *Seismological Studies in Northeast Russia*. Dissertation for the degree of Ph.D. Michigan State University. Department of Geological Sciences, 346 p.
75. Baranov, S.V., & Petrov, S.I. (2019). Barents-Euro/Arctic. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 232–239. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.20
76. Aronova, T.I., Seroglazov, R.R., Aronov, G.A., Atsuta, O.N., & Aronov, V.A. (2019). Belarus. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 240–246. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.21
77. Yudahin, F.N., & Francuzova, V.I. (2011). [Arkhangelsk region]. In *Zemletriaseniia severnoi Evrazii v 2005 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia in 2005] (pp. 251–258). Obninsk, Russia: GS RAN Publ. (In Russ.).
78. Antonovskaya, G.N., Konechnaya, Ya.V., Vaganova, N.V., & Morozov, A.N. (2019). Arkhangelsk region. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 247–255. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.22
79. Konechnaya, Ya.V. (2019). Catalog of earthquakes of the Arkhangelsk region for 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
80. Avetisov, G.P., & Jolondz, A.S. (2019). Arctic. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 268–272. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.24